

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 62165113  
PUBLICATION DATE : 21-07-87

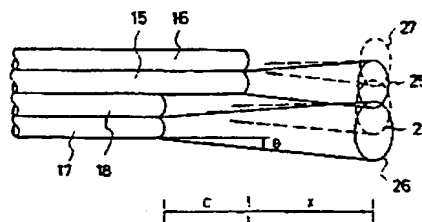
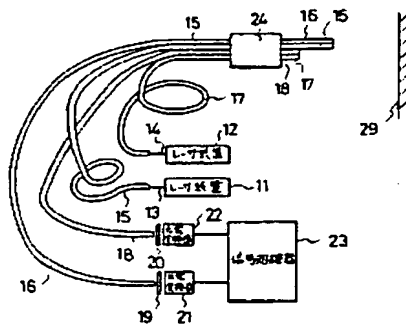
APPLICATION DATE : 17-01-86  
APPLICATION NUMBER : 61007460

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : YAMAMOTO TAKASHI;

INT.CL. : G01C 3/06 G01B 11/00

TITLE : DISTANCE MEASURING INSTRUMENT



**ABSTRACT :** PURPOSE: To accurately measure displacement, distance, etc., of even an object with unknown light reflectivity by irradiating laser beams with different wavelength for each fiber on the object to be measured respectively from two projecting fibers whose light projecting end faces are separated.

**CONSTITUTION:** The optical fibers 15 and 17 for projection and the optical fibers 16 and 18 for photodetection are constituted by bunching plural optical fibers respectively. Further, the fibers 15 and 16, and 17 and 18 are made couples respectively and the ends are put together and fixed by a cylindrical body 24 and each end face is separated by the distance C. In this way, the laser beams 13 and 14 with different colors mutually generating with laser devices 11 and 12 are irradiated on the object 29 to be measured via the optical fibers 15 and 17. Then, the reflected light is photodetected by the fibers 16 and 18 and transmitted to photoelectric converters 21 and 22 via optical filters 19 and 20 and the distance X between the end faces of a couple of optical fibers 15 and 16 and the object 29 to be measured is calculated by a signal processor 23. Since the end faces of two fibers are deviated and each quantity of photodetection is detected and processed and the distance X is made calculated, the accurate distance to be measured is obtained even if the reflection coefficient of the object to be measured is unknown.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio

**BEST AVAILABLE COPY**

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A)

昭62-165113

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)7月21日

G 01 C 3/06  
G 01 B 11/00

Z-8505-2F  
B-7625-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 距離測定装置

⑮ 特 願 昭61-7460

⑯ 出 願 昭61(1986)1月17日

⑰ 発 明 者 村 田 正 義 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

⑱ 発 明 者 山 本 隆 司 長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内

⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑳ 復代理人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

距離測定装置

## 2. 特許請求の範囲

測定対象物に対向する測定側端面が崩えられ光軸が平行に保持された投。受光一対の光ファイバと、同投光用光ファイバの非測定側端面より光を与えて測定対象物に照射させる光源と、上記受光用光ファイバの測定側端面に入射した光の強度を測定する光電変換器とを有し、上記光の強度から上記光ファイバの測定側端面と光反射物体との距離を計測する装置であって、上記一対の光ファイバを2組有するとともにその測定側端面を光軸方向にずらせて並置し、夫々の対をなす光ファイバには投光用光ファイバにそれぞれ波長の異なる光を上記光源より与えて測定対象物に照射し、受光用ファイバの測定側端面に入射した光をその対をなす光ファイバの投光波長と同波長の光抽出用のフィルタを介して夫々の光電変換器に入力し、両光電変換器出力と上記2組の光ファイバの上記測定

側端面のずれ量とから上記測定対象物の距離を測定することとを特徴とする距離測定装置。

## 3. 発明詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、ロボットや工作機械などの変位計測あるいは距離計測、並びに蒸気タービンシールクリアランス計測などに用いられる光学式の距離測定装置に関するものである。

(従来の技術)

ロボットや工作機械などの変位計測や距離計測、蒸気タービンシールクリアランス計測等を非接触で光学的に行う場合、従来、次のようにしていた。

すなわち、第4図に示すようにレーザ装置1で発生したレーザビーム2を第1の光ファイバ3を介して測定対象物4に照射し、その反射光を第2の光ファイバ5で受光して、光電変換器6に伝送し、電気信号に変換したあと信号処理器7により、上記光ファイバ3、5の端面と測定対象物4の間の距離を以下に述べる原理に基づく計算式にて求める。

特開昭62-165113 (2)

なお、上記第1及び第2の光ファイバ3、5は図体8によって図着されている。

上記第1及び第2の光ファイバ3、5は複数の光学繊維を束ねて構成されており、第5図に示すように、各光ファイバ3、5はその光ファイバの開口数により定まった投光角 $\theta$ 及び受光角 $\theta$ をもっていて、この角度での広がりによる円錐状の領域が投光領域、受光領域となる。従って、該円錐状領域における測定対象物面上の領域9、及び10を投光面及び受光面とする性質がある。そして、近接して固定配置された第1、第2の光ファイバ3、5における該投光面9と受光面10の重なり部分の領域が測光視野となる。この測光視野内における反射光が第2の光ファイバ5を介して光電変換器6に送られ、測光視野面積と反射率対応の出力電圧に変換される。測光視野は光ファイバ3、5の端面と測定対象物4の反射面間距離に対応し、該距離が長くなる程広がる。従って、上記二つの光ファイバ3、5の端面と測定対象物4の間の距離を $x$ 、上記光電変換器6の出力電圧

を $y$ と置くと、次の関係式が成り立つことになる。

$$y = ax, x \leq b \quad \text{--- (1)}$$

ただし、 $a$ 、 $b$ は第1及び第2の光ファイバの仕様などによって決まる定数である。

なお、 $x$ が $b$ より大きい範囲では第3図に示すように直線関係はなくなる。

従って、上記(1)式の比例定数1を予め求めておき、距離 $x$ として、

$$x = y / a \quad \text{--- (2)}$$

の計算を第4図の処理器7に実行させることで距離 $x$ が求められる。

(発明が解決しようとする問題点)

ところで、このような従来方法は変位や距離などを測定対象の材質及び磁界などに影響されないで測定できるが、測定対象物の光反射率に影響されるという欠点があり、光反射率の不明な対象物の場合には適用出来ない。

そこで、本発明は光反射率が不明な対象物であっても変位や距離などを正確に測定できるようにした非接触、光学式の距離測定装置を提供するこ

とを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

上記目的を達成するため本発明は、測定対象物に対向する測定側端面が揃えられ光軸が平行に保持された投、受光一対の光ファイバと、同投光用光ファイバの非測定側端面より光を与えて測定対象物に照射させる光源と、上記受光用光ファイバの測定側端面に入射した光の強度を測定する光電変換器とを有し、上記光の強度から上記光ファイバの測定側端面と光反射物体との距離を計測する装置であって、上記一対の光ファイバを2組有するとともにその測定側端面を光軸方向にずらせて並置し、夫々の対をなす光ファイバには投光用光ファイバにそれぞれ波長の異なる光を上記光源より与えて測定対象物に照射し、受光用ファイバの測定側端面に入射した光をその対をなす光ファイバの投光波長と同波長の光抽出用のフィルタを介して夫々の光電変換器に入力し、両光電変換器出力と上記2組の光ファイバの上記測定側端面のずれ量とから上記測定対象物の距離を測定する構成と

する。

(作用)

このような構成の本装置は、波長の異なる第1、第2の光軸のそれぞれ一方を光出射端面が距離 $c$ だけ離れている第1及び第2の投光用光ファイバよりそれぞれ上記測定対象物に照射し、その反射光を光入射端面がそれぞれ上記第1及び第2の投光用光ファイバの光出射端面と同一面として隣接している第1及び第2の受光用光ファイバにより受光して、フィルタリングし、対を成す投光用光ファイバの投光波長と同波長の光を抽出して、それぞれ別々に光電変換して他の光の干渉を防ぐかたちで反射光量を検出し、これにより得られる第1及び第2の電気信号と上記距離との関係から測定対象物の距離を求めるようにする。これにより、上記測定物の光反射率の影響を消去した形で上記光ファイバ端面と測定対象物の距離を求めることができ、測定対象物の反射係数が未知でも正確な距離測定ができるようになる。

(実施例)

## 特開昭62-165113 (3)

以下、本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本装置の構成を示すブロック図、第2図は測定部の拡大図である。第1図及び第2図において、11、12はそれぞれ第1及び第2のレーザ装置で互いに異なる色のレーザ光を発生する。例えば赤色のHe-Ne（ヘリウム・ネオン）レーザ及び青色Ar（アルゴン）レーザである。13、14は第1及び第2のレーザ光で、それぞれ上記第1及び第2のレーザ装置11、12より発生される。15は第1の投光用光ファイバ、16は第1の受光用光ファイバで、各々の複数本の光学繊維を束ねて構成してあり、それぞれのファイバ15、16は後述の筒体24によってその端面を合わせて固着されている。17は第2の投光用光ファイバ、18は第2の受光用光ファイバで、各々複数本の光学繊維を束ねて構成してあって、それぞれのファイバ17、18も筒体24によってその端面を合わせて固着されている。上記第1の投光及び受光用光ファイバ15、16

の対の端面と、第2の投光及び受光用光ファイバ17、18の対の端面は距離Cだけ離してある。19、20はそれぞれ第1及び第2の光フィルタで、前記第1及び第2のレーザ装置11、12より発生したレーザ光と同じ色のレーザ光だけを通過させる。21、22はそれぞれ、第1及び第2の光電変換器である。23は信号処理器で上記第1及び第2の光電変換器21、22の出力Y、Y'と上記2対の光ファイバ対の距離Cを用いて、後述の比例定数A及び距離Xを算出する。上記筒体24で、上記2対の光ファイバを筒のように固着する。25は第1の投光用光ファイバ15の投光領域、26は第2の投光用光ファイバ16の投光領域で、上記第1及び第2の投光用光ファイバ15、17より投光されるレーザ光の照射面を示す。27、28はそれぞれ、第1及び第2の受光用光ファイバ16、18の受光面（受光領域）である。なお、上記投光面及び受光面は、用いる光ファイバの開口数により定まる投光角 $\theta$ 及び受光角 $\theta'$ によって決まる。29は測定対象物である。

さて、第1図及び第2図において、第1及び第2のレーザ装置11、12で発生した互いに色の異なるレーザ光13、14を、それぞれ筒体24に固着された第1及び第2の投光用光ファイバ15、17を介して測定対象29に照射する。そして、その反射光を上記筒体24に固着された第1及び第2の受光用光ファイバ16、18で受光して、第1及び第2の光フィルタ19、20を介して、第1及び第2の光電変換器21、22に伝送し、信号処理器23によって、上記第1の投光及び受光用光ファイバ対15、16の端面を測定対象物29の面の距離Xを以下に述べる原理に基づき計算式にて求める。なお、上記第1の投光及び受光用光ファイバ対15、16の端面と、上記第2の投光及び受光用光ファイバ対17、18の端面の間は距離Cだけ離れている。

上記第1の投光及び受光用光ファイバ15、16は第2図に示すようにその光ファイバの開口数により定まった投光角 $\theta$ 及び受光角 $\theta'$ をもってあり、測定対象物面上の投光領域25及び受光領域

27を投光面及び受光面とする性質がある。また、同様に第2の投光及び受光用光ファイバ17、18についても、その光ファイバの開口数により定まった投光角 $\theta$ 及び受光角 $\theta'$ をもってあり、測定対象物面上の投光領域26及び受光領域28を投光面及び受光面とする性質がある。すなわち、投、受光用光ファイバの中心軸間距離及び光ファイバの開口径、投受光角 $\theta$ 及び光ファイバ端面から測定対象物29表面との距離Xに応じて光ファイバ対の投、受光領域の重なる部分の領域が幾何学的に決まり、その領域からの反射光量を知ることさらに距離Xを知ることができる。上記第1の投光及び受光用光ファイバ対15、16の端面と測定対象物29との間の距離をX、上記第1の投、受光用光ファイバ対15、16と第2の投、受光用光ファイバ対17、18の端面との距離をC、第1及び第2の光電変換器21、22の出力をY、Y'とすると、次の関係式が成り立つ。

第1の投光・受光用光ファイバ対15、16では

特開昭62-165113 (4)

$$Y = A X \quad - (3)$$

第2の投光・受光用光ファイバ対17、18では

$$Y' = A (X + C) \quad - (4)$$

ただし、A、Cは定数である。上記(3)。

(4)式より未知数Aは

$$A = (Y' - Y) / C \quad - (5)$$

となり、これを(3)式または(4)式に代入すると測定値Xは

$$X = Y C / (Y' - Y) \quad - (6)$$

となる。

従って、上記信号処理器23により上記(5)、(6)式の関係を用いて計算することにより、測定すべき距離Xが求まる。

ここで、第1、第2の光ファイバ対はそれぞれ異なる波長のレーザ光により投、受光を行っており、各々の光ファイバ対の受光レーザ光はフィルタにより各々異なる波長のもののみを選択している。従って、他の光ファイバ対の光の影響は抑制できる。また、上述したように、第1、第2の光

ファイバ対はその端面と測定対象の表面との距離を所定角度ならせて各々の受光量を検出し、その比から未知数である光ファイバ端面から測定対象の表面までの距離(被測定距離)を求めるようにしたので、測定対象の反射係数が未知でも正確に上記被測定距離を得ることが可能になる。第3図に光電変換器の出力Yと被測定距離Xとの関係を示しておく。図からわかるようにある距離Xの範囲ではYとXの関係はリニアであるので、この範囲では精度の良い距離測定が可能になる。

(発明の効果)

このように本装置は光ファイバより投光した光を測定対象物に照射し、その反射光を光ファイバで受光して測定対象物までの距離を測定するものにおいて、波長の異なる第1、第2の光線のそれぞれ一方を用い、光出射端面が距離Cだけ離れている第1及び第2の投光用光ファイバよりそれぞれ上記測定対象物に各々の光ファイバ対に異なる波長のレーザ光を照射し、その反射光を光入射端面がそれぞれ上記第1及び第2の投光用光ファイ

バの光出射端面と同一面として隣接している第1及び第2の受光用光ファイバにより受光して、それぞれフィルタリングし、自系統の特定波長のレーザ光を抽出してそれぞれ別々に光電変換して得られる第1及び第2の電気信号を用いて上記距離Cとの関係から計算により測定対象物までの距離の値を得るようにし、これにより上記測定対象物の光反射率の影響を受けない形で上記光ファイバ端面と測定対象物の距離を求めるようにしたものである。

従って、従来の方法では光反射率が未知の場合には適用できなかったが、本発明により光反射率が未知であってもその値を求める形で測定可能となった為、適用可能となった。したがって、ロボットや産業機械の近接距離センサ及び変位や距離の計測分野において適用範囲が著しく拡大され、その産業上の価値は非常に大きい。

#### 4. 図面の簡単な説明

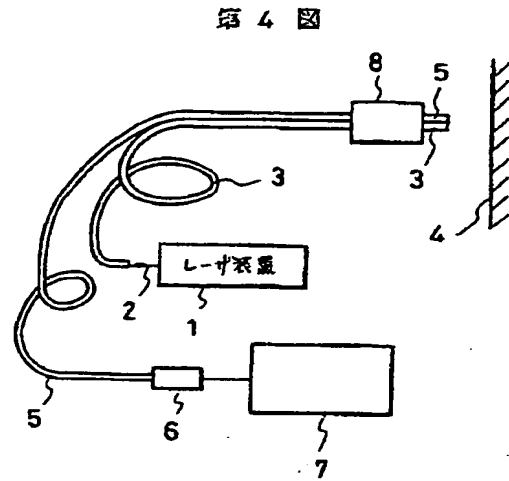
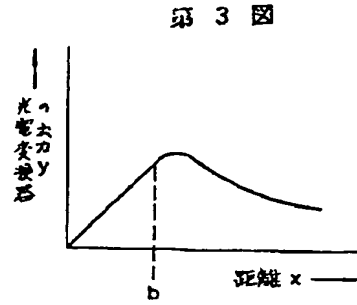
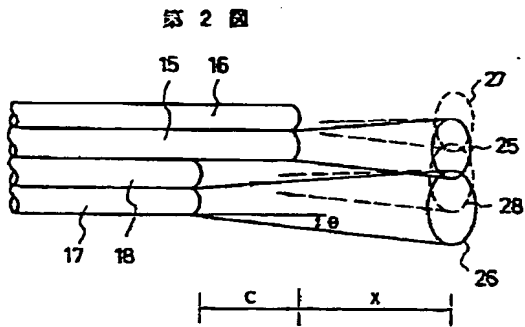
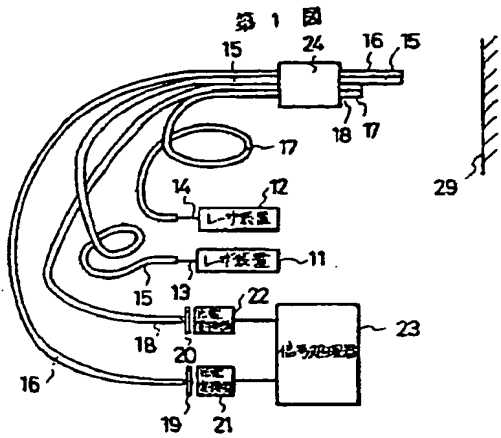
第1図は本発明の一実施例を示すブロック図、第2図はその測定部を説明するための図、第3図

は光電変換器出力と測定距離Xとの関係の一例を示す図、第4図、第5図は従来例を説明するための図である。

11、12—レーザ装置、13、14—レーザ光、15—第1の投光用光ファイバ、16—第1の受光用光ファイバ、17—第2の投光用光ファイバ、18—第2の受光用光ファイバ、19、20—光フィルタ、21、22—光電変換器、23—信号処理器、29—測定対象物。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦

特開昭62-165113 (5)



第 5 図

